

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-012447

(43)Date of publication of application : 16.01.1998

(51)Int.Cl.

H01F 19/04  
H01F 3/04

(21)Application number: 08-164918

(71)Applicant: **ALPS ELECTRIC CO LTD**

(22)Date of filing : 25.06.1996

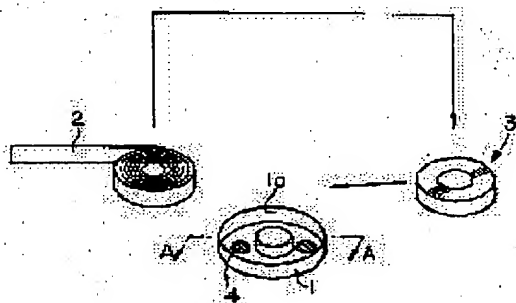
(72)Inventor : NAITO YUTAKA  
HATAUCHI TAKASHI  
JINBO YOSHIAKI  
MAKINO TERUHIRO

## (54) PULSE TRANSFORMER MAGNETIC CORE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve an inductance value by comprising a magnetic core body where a soft magnetic alloy thin band is wound in toroidal or that where the soft magnetic alloy thin bands are laminated, and a magnetic core body housing case where the magnetic core body is housed, while having an opening part at one surface.

**SOLUTION:** Inside an hollow annular type magnetic core body housing case 1, a magnetic core body 3 where a soft magnetic alloy thin band 2 is wound is toroidal is housed. The magnetic core body housing case 1 has an opening part 1a at its upper surface, and the opening part 1a is not closed with a lid body, etc. Inner periphery end margin parts 1b and 1c and outer periphery end margin parts 1d and 1e, of the magnetic core body housing case 1, are both formed with curved surfaces of curvature radius 0.05–0.4mm. As a silicon rubber with which the magnetic core body 3 is impregnated, the one of viscosity 1Pa.s or less before curing and which becomes gel after curing is used.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10-12447

(43) 公開日 平成10年(1998)1月16日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI		技術表示箇所
H01F	19/04		H01F	19/04	U
	3/04			3/04	

審査請求 未請求 請求項の数 12 OL (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-164918

(22) 出願日 平成8年(1996)6月25日

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社  
東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 内藤 豊

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス  
電気株式会社内

(72) 発明者 畑内 隆史

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス  
電気株式会社内

(72) 発明者 神保 義明

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス  
電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

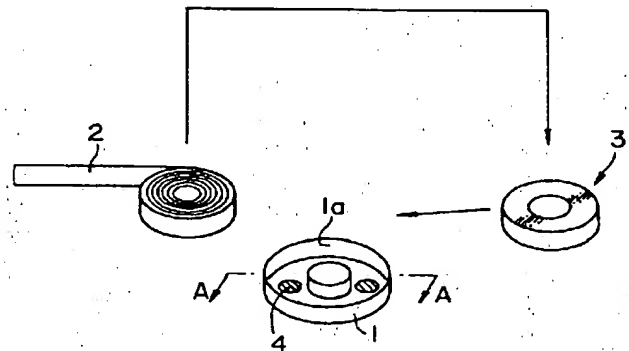
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パルストランス磁心

(57) 【要約】

【課題】 小型でかつ少ない巻線数で ISDN 用の伝送特性を満たすことができるパルストランスを実現するとともに、パルストランスの大きさの制約の中でインダクタンス値を向上できるようにしたパルストランス磁心を提供する。

【解決手段】 軟磁性合金薄帯 2 をトロイダル状に巻回してなる磁心本体 3 と、磁心本体 3 を収容し一面に開口部 1a を有する磁心本体収容ケース 1 からなるパルストランス磁心を構成する。磁心本体 3 は軟磁性合金薄帯を積層して構成してもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軟磁性合金薄帯をトロイダル状に巻回してなる磁心本体、または軟磁性合金薄帯を積層してなる磁心本体と、前記磁心本体を収容し一面に開口部を有する磁心本体収容ケースからなることを特徴とするパルストランス磁心。

【請求項2】 前記磁心本体収容ケースの内周端縁部および外周端縁部が、0.05mm～0.4mmの曲率半径を有する曲面で形成されていることを特徴とする請求項1記載のパルストランス磁心。

【請求項3】 前記磁心本体に、硬化前粘度が1Pa・s以下かつ硬化後にゲル状となるシリコーンゴムを含浸させてなることを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載のパルストランス磁心。

【請求項4】 前記磁心本体に、硬化前粘度が1.5Pa・s以下かつ硬化後硬さ10(JIS A)以下のシリコーンゴムを含浸させてなり、該シリコーンゴムが、前記磁心本体と磁心本体収容ケースとを固定する接着部材を兼ねていることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のパルストランス磁心。

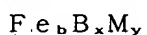
【請求項5】 前記磁心本体と磁心本体収容ケースとを固定する接着部材として、硬化前粘度が2Pa・s以下かつ硬化後硬さ25(JIS A)以下のシリコーンゴムを使用してなることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のパルストランス磁心。

【請求項6】 前記接着部材が、前記磁心本体収容ケースの底面の2～4箇所に塗布されていることを特徴とする請求項5記載のパルストランス磁心。

【請求項7】 前記磁心本体収容ケースの外径が10mm以下、内径が3.5mm以上、高さが1.3mm以下であり、0.1V入力時のAL値が10kHzにおいて6.0μH/N<sup>2</sup>以上であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のパルストランス磁心。

【請求項8】 軟磁性合金が、その組織の50%以上を平均結晶粒径30nm以下の体心立方構造の微細な結晶粒を主体として構成される軟磁性合金であって、この軟磁性合金が、Feを主成分とし、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、Wからなる群から選ばれた1種または2種以上の元素とBを含んだものであることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のパルストランス磁心。

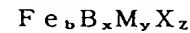
【請求項9】 磁心本体を構成する軟磁性合金が、次式で示される組成を有するものであることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載のパルストランス磁心。



但し、Mは、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、Wからなる群から選ばれた1種または2種以上の元素であり、組成比を示すb、x、yは、

$7.5 \leq b \leq 9.3$  原子%、 $0.5 \leq x \leq 1.8$  原子%、 $4 \leq y \leq 9$  原子% である。

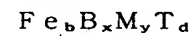
【請求項10】 磁心本体を構成する軟磁性合金が、次式で示される組成を有するものであることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載のパルストランス磁心。



但し、Mは、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、Wからなる群から選ばれた1種または2種以上の元素であり、XはSi、Al、Ge、Gaのうちの1種または2種以上の元素であり、組成比を示すb、x、y、zは、

10  $7.5 \leq b \leq 9.3$  原子%、 $0.5 \leq x \leq 1.8$  原子%、 $4 \leq y \leq 9$  原子%、zは4原子%以下である。

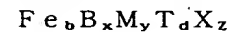
【請求項11】 磁心本体を構成する軟磁性合金が、次式で示される組成を有するものであることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載のパルストランス磁心。



但し、Mは、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、Wからなる群から選ばれた1種または2種以上の元素であり、Tは、Cu、Ag、Au、Pd、Ptからなる群から選ばれた1種または2種以上の元素であり、組成比を示すb、x、y、dは、

20  $7.5 \leq b \leq 9.3$  原子%、 $0.5 \leq x \leq 1.8$  原子%、 $4 \leq y \leq 9$  原子%、dは4.5原子%以下である。

【請求項12】 磁心本体を構成する軟磁性合金が、次式で示される組成を有するものであることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載のパルストランス磁心。



但し、Mは、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、Wからなる群から選ばれた1種または2種以上の元素であり、Tは、Cu、Ag、Au、Pd、Ptからなる群から選ばれた1種または2種以上の元素であり、XはSi、Al、Ge、Gaのうちの1種または2種以上の元素であり、組成比を示すb、x、y、d、zは、 $7.5 \leq b \leq 9.3$  原子%、 $0.5 \leq x \leq 1.8$  原子%、 $4 \leq y \leq 9$  原子%、dは4.5原子%以下、zは4原子%以下である。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、小型化に好適に対応でき、かつインダクタンス値を向上できるようにしたパルストランス磁心に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、電子機器の分野において、小型化、薄型化、高性能化が推し進められているが、特にISDN(統合デジタル通信網)等のインターフェース用のパルストランスにあっては、ITU-T勧告I.430等の厳しい規格に合致した電気的特性を満たす必要がある。前記規格に記載されている電気的特性の規定において、パルストランスの1次巻線インピーダンスは、10kHzで1250Ω、100kHzで2500Ω以上が必要であり、それぞれインダクタンスに換算すると、20mH、4mHとなる。また、出力パルス電圧波形は、

前記規格に記載されているパルスマスクの範囲内に入らなければならない、インダクタンス値は、周波数に対してできる限りフラットであることが望まれる。一方、パルストランスに対しては、PCカード等への搭載のために、小型化の要求が強く、例えば、PCMCIAカード（ノートパソコン用のインターフェース規格カードの1種）の内部基板上に実装するためには、カード自体の厚さが5mm程度であるのでパルストランスの高さを3mm以下にしない制約がある。また、この場合の実装面積としては、一般に、14.0mm×14.0mm程度以下とする必要がある。

【0003】以上のような背景から、現在、ISDN用のパルストランスの磁心材料には、主に高透磁率フェライトが用いられ、トランスの磁心形状としては、結合面を鏡面加工したEI型あるいはEE型のものが用いられている。前記のEI型磁心とは、E型のコア材とI型のコア材を突き合わせて一体化するものであり、E型コア材に巻線を施してトランスを構成する。また、EE型磁心とは、E型のコア材を互いに合致するように突き合わせて一体化したものである。

【0004】現在、ISDN用のパルストランス磁心に用いられている高透磁率フェライトの初透磁率の公称値は、10000～12000であるが、フェライトの初透磁率は温度に対する変動が大きく、-20℃付近では公称値の-40%程度の値となることが知られている。従って、-40℃付近～+100℃付近の温度範囲でパルストランスの動作を保証するためには、フェライト磁心を用いる場合、公称値よりも遥かに低い初透磁率でトランスの設計を行わなくてはならない問題があった。このため、ISDN用のパルストランスに必要とされるインダクタンスを得るためには、磁心の有効断面積を大きくするか巻数を多くすることが必要となる。しかしながら、従来構造のパルストランスにおいて巻数を多くすると、漏れインダクタンスが増大すること、巻線コイルの電位差のある部分（例えば、巻き始めと巻き終わり）の接近が避けられず、浮遊容量の増大を招くことになる。このため、トランスの伝送周波数帯域が狭くなり、波形の伝送忠実度を劣化させる。また一方、磁心の有効断面積を大きくするとパルストランス全体を小型化できないという問題がある。このため、フェライト磁心を用いて前記実装面積でISDN用の伝送特性の優れたパルストランスを製作しようとしても、トランスの高さを3mm以下にすることは困難である。なお、一部では、薄いフェライト磁心を用いて巻線数を100ターン以上の数に増加することで、要求される特性の最低範囲に到達できた構成も知られているが、この構成では巻線数が多く、100ターン以下の巻数で前述の如く要求される特性を満たすことはできなかった。

【0005】そこで本発明者等は先に、広い温度範囲でインピーダンスの周波数特性と伝送特性に優れたパルス

トランスを実現できるとともに、トランスの高さを3mm以下に形成しても巻線数が少なく済むパルストランスを提案した（特願平8-50545号；平成8年3月7日出願）。図4はこの先願のパルストランス磁心の一例を示した分解図である。この例のパルストランス磁心は、軟磁性合金薄帯2を巻回してなる磁心本体7を用いたもので、磁心本体7は保護、絶縁、および巻線の保護のために、その表面に樹脂被覆が施され、かつ上下2つ割中空円環状の上ケース5と下ケース6からなる磁心本体収容ケース内に収納されている。またこの構成において、上ケース5および下ケース6を用いず、表面を樹脂被覆しただけの磁心本体7を用いてパルストランスを構成することもできる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、磁心本体7を上ケース5および下ケース6内に収納することは、パルストランスを小型機器等を実装するためにその外形寸法が制限されている場合、これらのケース5、6の大きさの分だけ磁心本体7の断面積が小さくなってしまいうので、インダクタンスが低下するという欠点があった。また、磁心本体7の表面を樹脂で被覆することは、被覆樹脂による応力によって、インダクタンスの低下を招くという問題があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】よって、この発明における課題は、小型でかつ少ない巻線数でISDN用の伝送特性を満たすことができるパルストランスを実現するとともに、パルストランスの大きさの制約の中でインダクタンス値を向上できるようにすることにある。具体的には、軟磁性合金薄帯を用いた先願のパルストランス磁心における磁心の断面積を増加できるようにし、また被覆樹脂による応力発生を防止できるようにすることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係るパルストランス磁心は前記課題を解決するために、軟磁性合金薄帯をトロイダル状に巻回してなる磁心本体、または軟磁性合金薄帯を積層してなる磁心本体と、前記磁心本体を収容し一面に開口部を有する磁心本体収容ケースからなることを特徴とする。本発明では、前記磁心本体収容ケースの内周端縁部および外周端縁部が、0.05mm～0.4mmの曲率半径を有する曲面で形成されていることが好ましい。また前記磁心本体に、硬化前粘度が1Pa・s以下かつ硬化後にゲル状となるシリコーンゴムを含浸させることが好ましい。さらに、磁心本体に、硬化前粘度が1.5Pa・s以下かつ硬化後硬さ10（JIS A）以下のシリコーンゴムを含浸させてなり、該シリコーンゴムが、前記磁心本体と磁心本体収容ケースとを固定する接着部材を兼ねていることが好ましい。また前記磁心本体と磁心本体収容ケースとを固定する接着部

材として、硬化前粘度が $2\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下かつ硬化後硬さ $25\text{ (JIS A)}$ 以下のシリコンゴムを使用することが好ましい。さらに前記接着部材は、前記磁心本体収容ケースの底面の $2\sim 4$ 箇所塗布されていることが好ましい。本発明では、前記磁心本体収容ケースの外径が $10\text{ mm}$ 以下、内径が $3.5\text{ mm}$ 以上、高さが $1.3\text{ mm}$ 以下であり、 $0.1\text{ V}$ 入力時の $AL$ 値が $10\text{ kHz}$ において $6.0\text{ }\mu\text{H}/\text{N}^2$ 以上である構成とすることができ

【0009】また本発明では、前記軟磁性合金を、その組織の $50\%$ 以上を平均結晶粒径 $30\text{ nm}$ 以下の体心立方構造の微細な結晶粒を主体として構成され、 $\text{Fe}$ を主成分とし、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Hf}$ 、 $\text{V}$ 、 $\text{Nb}$ 、 $\text{Ta}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{W}$ からなる群から選ばれた1種または2種以上の元素と、 $\text{Si}$ 及び又は $\text{B}$ を含んだものとする。次に前記軟磁性合金を次式で示される組成を有するものとする。  $\text{Fe}_b\text{B}_x\text{M}_y$  但し、 $\text{M}$ は、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Hf}$ 、 $\text{V}$ 、 $\text{Nb}$ 、 $\text{Ta}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{W}$ からなる群から選ばれた1種または2種以上の元素であり、組成比を示す $b$ 、 $x$ 、 $y$ は、 $75\leq b\leq 93$ 原子%、 $0.5\leq x\leq 18$ 原子%、 $4\leq y\leq 9$ 原子%である。前記軟磁性合金を次式で示される組成を有するものとする。  $\text{Fe}_b\text{B}_x\text{M}_y\text{X}_z$  但し、 $\text{M}$ は、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Hf}$ 、 $\text{V}$ 、 $\text{Nb}$ 、 $\text{Ta}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{W}$ からなる群から選ばれた1種または2種以上の元素であり、 $\text{X}$ は $\text{Si}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ge}$ 、 $\text{Ga}$ のうちの1種または2種以上の元素であり、組成比を示す $b$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ は、 $75\leq b\leq 93$ 原子%、 $0.5\leq x\leq 18$ 原子%、 $4\leq y\leq 9$ 原子%、 $z$ は4原子%以下である。前記軟磁性合金を次式で示される組成を有するものとする。  $\text{Fe}_b\text{B}_x\text{M}_y\text{T}_d$  但し、 $\text{M}$ は、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Hf}$ 、 $\text{V}$ 、 $\text{Nb}$ 、 $\text{Ta}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{W}$ からなる群から選ばれた1種または2種以上の元素であり、 $\text{T}$ は、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Au}$ 、 $\text{Pd}$ 、 $\text{Pt}$ からなる群から選ばれた1種または2種以上の元素であり、 $\text{X}$ は $\text{Si}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ge}$ 、 $\text{Ga}$ のうちの1種または2種以上の元素であり、組成比を示す $b$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $d$ 、 $z$ は、 $75\leq b\leq 93$ 原子%、 $0.5\leq x\leq 18$ 原子%、 $4\leq y\leq 9$ 原子%、 $d$ は4.5原子%以下、 $z$ は4原子%以下である。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。図1は本実施例のバルストランス磁心の一実施例を示すもので、図2は図1で使用されている磁心

本体収容ケース1のA-A線に沿う断面図である。本実施例のバルストランス磁心は、トロイダル形状で実現されており、中空円環状の磁心本体収容ケース1の内部に、軟磁性合金薄帯2をトロイダル状に巻回してなる磁心本体3が収容されている。

【0011】磁心本体収容ケース1は、上面に開口部1aを有しており、この開口部1aが蓋体等によって閉じられていない構成となっている。磁心本体収容ケース1をこのような構成とすることにより、バルストランス磁心全体の外形寸法に対して、蓋体等が無い分だけ磁心本体収容ケース1の容積を大きくすることができる。したがって、例えば図4に示したような上ケース5と下ケース6とからなる収容ケースを用いる場合に比べて、バルストランス磁心全体の外形寸法は変えずに、磁心本体3の断面積を大きくしてインダクタンスを向上させることが可能である。あるいは上ケース5と下ケース6とからなる収容ケースを用いる場合と磁心本体3の断面積を等しくすれば、バルストランス磁心全体を小型化することができる。

【0012】磁心本体収容ケース1の内周端縁部1b、1cおよび外周端縁部1d、1eは、いずれも曲率半径 $0.05\text{ mm}\sim 0.4\text{ mm}$ の曲面で形成されている。これらの曲率半径が $0.05\text{ mm}$ より小さいと磁心本体収容ケース1内に磁心本体3を収容し、磁心本体収容ケース1の周囲にコイル巻線10を施してトランスを構成した際に、内周端縁部1b、1cや外周端縁部1d、1eでコイル巻線10の被覆層が損傷したり、断線が生じる恐れがある。また上記曲率半径が $0.4\text{ mm}$ より大きいと磁心本体収容ケース1の肉厚が厚くなり、磁心本体3の断面積を減少させなければならなくなり、その結果 $AL$ 値が減少するので好ましくない。この磁心本体収容ケース1は、例えばポリアセタール樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂等の樹脂を好ましく用いて形成される。

【0013】また、磁心本体収容ケース1の底面1f上の2箇所には磁心本体3と磁心本体収容ケース1とを固定するための接着部材4が塗布されている。接着部材4を塗布する位置の数は、磁心本体3と磁心本体収容ケース1とを安定して固定するためには少なくとも2箇所は必要であるが、多すぎると接着部材4の収縮応力により $AL$ 値が劣化するので好ましくない。したがって接着部材4を塗布する位置の数は $2\sim 4$ 箇所の範囲とするのが好ましい。接着部材4としては、硬化前の粘度が $2\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下かつ硬化後の硬さが $25\text{ (JIS A)}$ 以下であるシリコンゴムが好適に用いられる。接着部材4の硬化前の粘度がこれより大きいと、磁心本体3が磁心本体収容ケース1の底部より浮き、磁心本体収容ケース1からはみ出してしまいうため好ましくない。また硬化後の硬さがこれより硬いと接着部材による収縮応力により $AL$ 値が劣化するため好ましくない。接着部材4の塗布量

は、磁心本体収容ケース 1 と磁心本体 3 とを固定できる範囲で、できるだけ少ない方が好ましい。

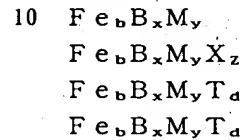
【0014】本実施例における磁心本体 3 は、後述する組成の軟磁性合金薄帯 2 を後述する急冷法で製造した後、この軟磁性合金薄帯 2 を円環状に巻回した後、好ましくはシリコンゴムを含浸し、硬化させて構成されている。磁心本体 3 の高さは、大きいほどインダクタンスを向上できるが、磁心本体 3 を磁心本体収容ケース 1 に収容し、その周囲にコイル巻線 10 を施してトランスを構成した状態で、磁心本体 3 の上面とコイル巻線 10 とが接触すると、コイル巻線 10 のすべりが悪くなり断線等が生じる恐れがあるので、磁心本体 3 の高さは磁心本体収容ケース 1 の内寸の高さよりも 0.05 mm 程度小さくなるようにするのが好ましい。磁心本体 3 の外径および内径は、磁心本体 3 を磁心本体収容ケース 1 内に挿入可能な範囲で、外径は大きく内径は小さくして磁心本体 3 の断面積ができるだけ大きくなるようにすることが好ましい。

【0015】また、磁心本体 3 に含浸させるシリコンゴムは、硬化前の粘度が  $1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以下かつ硬化後ゲル状となるものが好ましく用いられる。このシリコンゴムの硬化前の粘度が大き過ぎると磁心本体 3 の層間にシリコンゴムが浸透し難いので好ましくなく、硬化後に硬くなると、シリコンゴムの応力により AL 値が劣化するといった不都合が生じる。また磁心本体 3 に含浸させるシリコンゴムが、磁心本体 3 と磁心本体収容ケース 1 とを固定するための接着部材を兼ねるようにすることもでき、この場合には硬化前粘度が  $1.5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以下かつ硬化後硬さ  $10 \text{ (JIS A)}$  以下のシリコンゴムが好適に用いられる。さらに磁心本体 3 にシリコンゴムを含浸させない構成とすることもできるが、上記の性質を有するシリコンゴムを磁心本体 3 に含浸させると、磁心本体 3 を磁心本体収容ケース 1 内に固定する時に発生する応力による AL 値の劣化や、高温時の AL 値の劣化を抑えることができるので好ましい。

【0016】ここで、本実施例では、軟磁性合金薄帯 2 を巻回してトロイダル形状の磁心本体 3 を構成しているが、軟磁性合金薄帯をリング状にプレス打ち抜きし、このリングを必要枚数積層して磁心本体を構成してもよい。また、磁心本体 3 の形状を EI コア型としてもよい。EI コア型の磁心を実現するためには、軟磁性合金薄帯を E 型あるいは I 型になるようにプレス打ち抜きして E 型の薄片と I 型の薄片を複数作成した後、E 型薄片どうしあるいは I 型の薄片どうしを積層して E 型コアと I 型コアを作成し、それらを接合することで磁心本体を形成することができる。そして、この磁心本体を一面に開口部を有する磁心本体収容ケースに収容してパルストランス磁心が得られる。さらに、磁心本体は、E 型と I 型コアを組み合わせたものに限定されず、同様に E 型コアと E 型コア、U 型コアと I 型コア、あるいは U 型

コアと U 型コアを組み合わせたものであっても差し支えない。

【0017】前記軟磁性合金薄帯 2 を構成する軟磁性合金としては、Fe を主成分とし、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W からなる群から選ばれた 1 種または 2 種以上の元素と、B を含み、非晶質相の中に微細結晶粒が多数析出した組織のものが好適である。また、下記の各式で示される組成の軟磁性合金が特に好適である。



但し、M は、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W からなる群から選ばれた 1 種または 2 種以上の元素であり、T は、Cu、Ag、Au、Pd、Pt からなる群から選ばれた 1 種または 2 種以上の元素であり、X は、Si、Al、Ge、Ga のうちの 1 種または 2 種以上の元素であり、組成比を示す  $b$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $d$ 、 $z$  は、 $75 \leq b \leq 93$  原子%、 $0.5 \leq x \leq 1.8$  原子%、 $4 \leq y \leq 9$  原子%、 $d$  は 4.5 原子% 以下、 $z$  は 4 原子% 以下である。

これらの組成の軟磁性合金において、Fe の添加量を示す  $b$  の値は、93 原子% 以下である。これは、 $b$  が 93 原子% を超えると液体急冷法によって非晶質単相を得ることが困難になり、この結果、熱処理してから得られる合金の組織が不均一になって高い透磁率が得られないためである。また、飽和磁束密度  $10 \text{ kG}$  以上を得るためには、 $b$  が 75 原子% 以上であることがより好ましいので  $b$  の範囲を  $75 \sim 93$  原子% とすることが好ましい。

【0018】また、B には、軟磁性合金の非晶質形成能を高める効果、結晶組織の粗大化を防ぐ効果、および熱処理工程において磁気特性に悪影響を及ぼす化合物相の生成を抑制する効果がある。また、本来、 $\alpha\text{-Fe}$  に対して Zr、Hf、Nb 等はほとんど固溶しないが、合金の全体を急冷して非晶質化することで、Zr、Hf、Nb 等を過飽和に固溶させ、この後に施す熱処理によりこれら元素の固溶量を調節して一部結晶化し、微細結晶相として析出させることで、得られる合金薄帯の磁歪を小さくし、軟磁気特性を向上させることができる。また、微結晶相を析出させ、その微結晶相の結晶粒の粗大化を抑制するには、結晶粒成長の障害となり得る非晶質相を粒界に残存させることが必要である。さらに、この粒界非晶質相は、熱処理温度の上昇によって  $\alpha\text{-Fe}$  から排出される Zr、Hf、Nb 等の M 元素を固溶することで軟磁気特性を劣化させる Fe-M 系化合物の生成を抑制する。よって、Fe-Zr (Hf、Nb) 系の合金に B を添加することが重要となる。B の添加量を示す  $X$  が、0.5 原子% を下回る場合、粒界の非晶質相が不安定となるため、十分な添加効果が得られない。また、B の添加量を示す  $X$  が 1.8 原子% を超えると、B-M 系および F

e-B系において、ホウ化物の生成傾向が強くなり、この結果、微細結晶組織を得るための熱処理条件が制約され、良好な軟磁気特性が得られなくなる。このように適切な量のBを添加することで析出する微細結晶相の平均結晶粒径を30nm以下に調整することができる。

【0019】また、前記非晶質相を得やすくするためには、非晶質形成能の特に高いZr、Hf、Nbのいずれかを含むことが好ましく、Zr、Hf、Nbの一部は他の4A~6A族元素のうち、Ti、V、Ta、Mo、Wのいずれかと置換することができる。このようなM元素は、比較的遅い拡散種であり、M元素の添加は、微細結晶核の成長速度を小さくする効果を持つと考えられ、組織の微細化に有効である。しかし、M元素の添加量を示すyが4原子%を下回る値になると、核成長速度を小さくする効果が失われ、この結果、結晶粒径が粗大化し良好な軟磁性が得られない。Fe-Hf-B系合金の場合、Hf=5原子%での平均結晶粒径は13nmであるのに対してHf=3原子%では39nmと粗大化する。他方、M元素の添加量を示すyが9原子%を超えると、M-B系またはFe-M系の化合物の生成傾向が大きくなり、良好な特性が得られない他、液体急冷後の薄帯状合金が脆化し、所定の磁心形状等に加工することが困難となる。よって、yの範囲を4~9原子%とすることが好ましい。

【0020】これらの元素の中でもNbとMoは、酸化物の生成自由エネルギーの絶対値が小さく、熱的に安定であり、製造時に酸化しづらいものである。よって、これらの元素を添加している場合は、製造条件が容易で安価に製造することができ、また、製造コストの面でも有利である。また、Si、Al、Ge、Gaのうち1種または2種以上(X)を4原子%以下含有することが好ましい。これらの元素は半金属元素として知られるものであるが、これらの半金属元素は、非晶質形成能を増大させ、またFeを主成分とするbcc相(体心立方晶の相)に固溶し、合金の比抵抗や磁歪値を変化させる。それらの元素の含有量が4原子%を超えると磁歪が大きくなるか、飽和磁束密度が低下するか、透磁率が低下するので好ましくない。

【0021】更に、Cu、Ag、Au、Pd、Ptの1種または2種以上(T)を4.5原子%以下含有させると、軟磁気特性が改善される。Cu等のように、Feと固溶しない元素を微量添加することにより、急冷直後の非晶質合金の組成が揺らぎ、Cuが結晶化の初期段階にクラスターを形成し、相対的にFeリッチな領域が生じ、 $\alpha$ -Feの核生成頻度を増加させることができる。また、結晶化温度を示差熱分析法により測定したところ、上記Cu、Ag等の元素の添加は結晶化温度をやや低めるようである。これは、これらの添加により非晶質が不均一となり、その結果、非晶質の安定性が低下したことに起因すると考えられる。不均一な非晶質相が結晶

化する場合、部分的に結晶化しやすい領域が多数でき不均一核生成するため、得られる組成が微細結晶粒組織となると考えられる。以上の観点からこれらの元素以外の元素でも結晶化温度を低下させる元素には、同様の効果が期待できる。

【0022】尚、これらの元素以外でも耐食性を改善するために、Cr、Ru、Rh、Irなどの白金族元素を添加することも可能である。これらの元素は、5原子%よりも多く添加すると、飽和磁束密度の劣化が著しくなるため、添加量は5原子%以下に抑える必要がある。また、他に、必要に応じてY、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Zn、Cd、In、Sn、Pb、As、Sb、Bi、Se、Te、Li、Be、Mg、Ca、Sr、Ba等の元素を添加することで得られる軟磁性合金の磁歪を調整することもできる。その他、前記組成系の軟磁性合金において、H、N、O、S等の不可避的不純物については所望の特性が劣化しない程度に含有していても本発明で用いる軟磁性合金の組成と同一とみなすことができるのは勿論である。

【0023】これらの元素を添加して前記軟磁性合金を製造する場合、具体的には、溶湯を急冷する際に使用するつぼのノズルの先端部に、不活性ガスを部分的に供給しつつ大気中で製造、もしくは大気中の雰囲気中で製造することができる。また、前記の組成の合金は雰囲気調整可能な減圧室で製造することが好ましく、つぼ内の溶湯を回転ドラム等の急冷装置に吹き付けて急冷することでリボン状の軟磁性合金薄膜を容易に得ることができる。急冷後の軟磁性合金薄帯は非晶質を主体とする組織を有するが、これを熱処理することで、微細結晶粒を多数析出させることができ、これにより高い飽和磁束密度と優れた軟磁気特性を兼ね備えた合金薄帯を得ることができる。

【0024】次に、この軟磁性合金薄帯をトロイダル状に巻回するか、もしくはプレス加工等で所定の形状に打ち抜いて積層することにより磁心本体を形成し、さらに好ましくはシリコンゴムを含浸、硬化させた後、磁心本体収容ケース内に固定することにより高い透磁率のバルストランス磁心を得ることができるが、ここで用いる軟磁性合金薄帯の厚さは10~40 $\mu$ mの範囲で自由に選択することができる。これは、軟磁性合金薄帯の厚さを10 $\mu$ mを下回る値にすることは現状の急冷法の製造技術では難しく、軟磁性合金の厚さを40 $\mu$ mを上回る値にすると非晶質相中に微細結晶粒を有する組織を得ることが出来難くなるからである。また、このようにして得られるバルストランス磁心全体の大きさを外径10mm以下、高さが1.3mm以下としても、0.1V入力時のAL値が10kHzで6.0 $\mu$ H/N<sup>2</sup>以上、100kHzで2.0 $\mu$ H/N<sup>2</sup>以上を得ることができ、バルストランス用の磁心として必要な特性を確保できるようにな



る。なおここで、AL値とは、巻線数1ターン当たりのインダクタンスを示し、リング状磁心の断面積をS、磁路長をlとした場合に、 $AL値 = \mu_0 \mu' (S/l)$  (単位は、 $H/N^2$ 、 $\mu_0$ は真空の透磁率、 $\mu'$ は材料の比透磁率である)の式で示される値である。

【0025】また、前記の組成系の合金を用いた磁心であれば、 $-40^\circ\text{C} \sim +100^\circ\text{C}$ の温度範囲において室温に対するAL値の変動を $\pm 20\%$ にすることができ、さらに軟磁性合金薄帯の磁歪の絶対値が $1 \times 10^{-6}$ 以下であるので、例えば巻線を施し、それをトランスケースに入れ、さらに樹脂で封止した場合等、外部応力がかかった場合に磁歪により特性劣化を起こすおそれも少ない。また、前記の構成であれば、実装面積 $14.0\text{mm} \times 14.0\text{mm}$ 以下で高さ $2.5\text{mm}$ 以下のパルストランスを実現することができる。また、前記の組成系であれば、 $10\text{kHz}$ での透磁率が $40000$ 以上のものが容易に得られるので、優れたパルストランスを得ることができる。なお、磁心のインダクタンスが $100\text{kHz}$ 以下で安定して高い値であれば、パルス波形を形の崩れていない整った矩形波として伝送することができる。なおまた、軟磁性合金薄帯を巻回してなるトロイダル形状の磁心にあつては、形成できる薄帯の幅において $0.8\text{mm}$ 程度が限界と思われるので、これ以上薄い磁心の製造には無理があると思われるが、軟磁性合金薄帯から打ち抜いたリングを積層してなる磁心本体の構造では、 $0.8\text{mm}$ 程度よりも薄い磁心本体を容易に製造することができるので、薄型化を図るのが容易である。

【0026】

【実施例】

「実施例1」 $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_{3.5}\text{Zr}_{3.5}\text{B}_8\text{Cu}_1$ の組成を有する幅 $0.9\text{mm}$ の軟磁性合金薄帯をトロイダル状に巻回して磁心本体を作製し、 $650 \sim 690^\circ\text{C}$ の温度で熱\*

\*処理を行った。磁心本体の寸法は、外径 $8.8\text{mm}$ 、内径 $4.2\text{mm}$ 、高さ $0.9\text{mm}$ とした。熱処理後の磁心本体を、硬化前粘度 $0.7\text{Pa} \cdot \text{s}$ で硬化後ゲル状となるシリコーンゴム(TSE3051 東芝シリコーン社製)に含浸させた後、 $110 \sim 140^\circ\text{C}$ の温度で加熱して硬化させた。一方、図1に示す形状の磁心本体収容ケースをポリアセタール樹脂で作製し、底面上の2箇所に硬化前粘度 $1.5\text{Pa} \cdot \text{s}$ 、硬化後硬さ $19(\text{JIS A})$ のシリコーンゴム(TSE3991 東芝シリコーン社製)をそれぞれ $1\text{mm}^3$ ずつ塗布した。この磁心本体収容ケースの寸法は、外寸で外径 $9.5\text{mm}$ 、内径 $3.5\text{mm}$ 、高さ $1.15\text{mm}$ で、肉厚は $0.15\text{mm}$ とした。また磁心本体収容ケースの内周端縁部および外周端縁部は、いずれも曲率半径 $0.1\text{mm}$ の曲面で構成した。そして、この磁心本体収容ケース内に上記磁心本体を収容し、磁心本体収容ケース底面上のシリコーンゴムを室温で硬化させて磁心本体を固定し、パルストランス磁心を作製した。

【0027】「比較例1」上記実施例1において、磁心本体をシリコーンゴムに含浸させない他は同様にしてパルストランス磁心を作製した。

「試験例1」上記実施例1および比較例1の構成のパルストランス磁心各々について、磁心本体収容ケースに収容する前の磁心本体、および磁心本体を磁心本体収容ケースに固定して得られたパルストランス磁心のそれぞれに、コイル巻線してトランスを構成し、それぞれAL値を測定した。AL値は $0.1\text{V}$ 入力時の $10\text{kHz}$ における値を測定し、ケース収容前のAL値に対するケース固定後のAL値の変化率を求めた。その結果を下記表1に示す。尚、AL値の単位は $\mu\text{H}/\text{N}^2$ である。

【0028】

【表1】

	樹脂含浸	AL値(収容前)	AL値(固定後)	変化率(%)
実施例1	あり	6.98	6.87	-1.58
比較例1	なし	6.70	6.48	-3.28

【0029】「試験例2」上記実施例1および比較例1で得られたパルストランス磁心について、それぞれにコイル巻線してトランスを構成した。そして環境温度を $-50^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ の範囲で変化させて、AL値を測定した。AL値は $0.1\text{V}$ 入力時の $10\text{kHz}$ における値を測定し、 $20^\circ\text{C}$ でのAL値に対する変化率を求めた。その結果を図3に示す。図3において、実線は実施例1のパルストランス磁心を用いた場合、破線は比較例1のパルストランス磁心を用いた場合をそれぞれ示す。

【0030】試験例1の結果より、磁心本体に、硬化後

にゲル状となるシリコーンゴムを含浸させることにより、磁心本体を磁心本体収容ケース内に固定する際に発生する応力が緩和され、AL値の劣化が抑えられることが認められる。また試験例2の結果より、磁心本体に、硬化後にゲル状となるシリコーンゴムを含浸させることにより、高温時のAL値の劣化が抑えられることが認められる。

【0031】「実施例2」上記実施例1において、磁心本体の寸法および磁心本体収容ケースの寸法(外寸)を下記表2に示すように変えた他は同様にして、パルスト



ランス磁心を作製した。

「比較例 2」図 4 に示すような上ケースと下ケースとからなる磁心本体収容ケースを用いた構成のパルストランス磁心を作製した。磁心本体収容ケースの寸法（外寸）および磁心本体の寸法は下記表 2 に示すように設定した。すなわち、 $\text{Fe}_{84}\text{Nb}_{3.5}\text{Zr}_{3.5}\text{B}_8\text{Cu}_1$  の組成を有する幅 0.7 mm の軟磁性合金薄帯をトロイダル状に巻回して磁心本体を作製し、650～690℃の温度で熱処理を行った。熱処理後の磁心本体を、ポリアセタール樹脂製の磁心本体収容ケース（上ケース及び下ケース）内に収納してパルストランス磁心を作製した。

\*【0032】「試験例 3」実施例 2 および比較例 2 で得られたパルストランス磁心にそれぞれコイル巻線してトランスを構成し、0.1 V 入力時の 10 kHz における AL 値を測定した。そして比較例 2 の AL 値に対する実施例 2 の AL 値の変化率を求めた。その結果を下記表 2 に示す。尚、実施例 2 において、磁心本体を磁心本体収容ケースに収容する前の、0.1 V 入力時の 10 kHz における AL 値を測定したところ、10 個の磁心本体の平均の値で  $8.6 \mu\text{H}/\text{N}^2$  であった。

【0033】

【表 2】

		実施例 2	比較例 2
ケース寸法 (mm)	外 径	9.5	9.5
	内 径	3.5	3.5
	高 さ	1.2	1.2
	肉 厚	0.15	0.15
磁心本体寸法 (mm)	外 径	8.8	8.4
	内 径	4.2	4.2
	高 さ	0.9	0.8
AL 値 ( $\mu\text{H}/\text{N}^2$ )		7.79	6.49
変化率 (%)		20.0	0.0

【0034】表 2 の結果より、実施例 2 と比較例 2 とでは、磁心本体収容ケースの外寸は同じであるが、実施例 2 では上ケースを用いず磁心本体収容ケースを一面に開口部を有する形状とし、また磁心収容ケースの肉厚を薄く形成したことにより、磁心本体の外径、内径および高さを比較例 2 のものより大きく形成することができた。その結果、磁心本体の断面積が大きくなり、AL 値を比較例 2 のものに比べて 20% 以上も向上させることができた。

【0035】「実施例 3」実施例 1 と同様の磁心本体を、実施例 1 と同様の磁心本体収容ケース（外径 9.5 mm、内径 3.5 mm、高さ 1.15 mm、肉厚 0.15 mm）に入れ、硬化前粘度  $1.3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 、硬化後硬さ 9 (JIS-A) のシリコーンゴム (TSE3250 東芝シリコーン社製) を用いて、含浸かつ接着を行った。このようにして作製したパルストランス磁心にコイル巻線してトランスを構成し、AL 値を測定した。本実施例で得られたトランスは、実施例 1 のものと比べて接着用シリコーンゴムの応力による特性劣化がないため、AL 値 (10 個の平均値) が  $8.6 \mu\text{H}/\text{N}^2 \sim 10 \mu$

$\text{H}/\text{N}^2$  であり、実施例 1 よりもさらに特性が向上していることが認められた。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、軟磁性合金薄帯をトロイダル状に巻回してなる磁心本体、または軟磁性合金薄帯を積層してなる磁心本体と、前記磁心本体を収容し一面に開口部を有する磁心本体収容ケースからなるパルストランス磁心を構成することにより、小型でかつ少ない巻線数で ISDN 用の伝送特性を満たす磁心を実現できるとともに、パルストランスの大きさの制約の中で磁心本体の断面積を大きく構成することができるので、これによりさらにインダクタンス値を向上させることができる。また、磁心本体の表面に樹脂被覆を施さないで、被覆樹脂による応力発生をなくしてインダクタンス値の劣化を防止することができる。

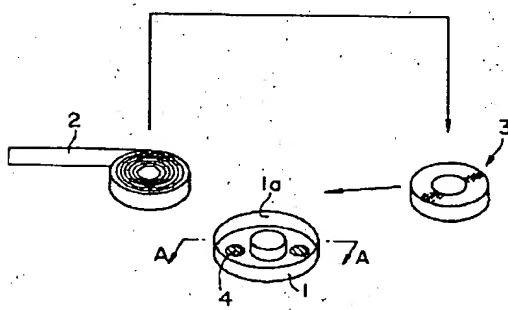
【0037】前記磁心本体収容ケースの内周端縁部および外周端縁部が、0.05 mm～0.4 mm の曲率半径を有する曲面で形成されている構成であると、磁心本体収容ケースの周囲にコイル巻線してトランスを構成した際に、磁心本体収容ケースの内周端縁部や外周端縁部で

コイル巻線の被覆層が損傷したり、断線するのを防止することができるので、信頼性が高いパルストランス磁心を安定して得ることができる。また前記磁心本体に、硬化前粘度が $1\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下かつ硬化後にゲル状となるシリコーンゴムを含浸させた構成であると、磁心本体を磁心本体収容ケース内に固定する時に発生する応力によるAL値の劣化や、高温時のAL値の劣化を抑えることができるので、高性能のパルストランス磁心を得ることができる。さらに、前記磁心本体に、硬化前粘度が $1.5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下かつ硬化後硬さ $10\text{ (JIS A)}$ 以下のシリコーンゴムを含浸させ、該シリコーンゴムを、前記磁心本体と磁心本体収容ケースとを固定する接着部材として兼用することにより、接着用シリコーンゴムの応力による特性劣化を抑えることができる。

【0038】また前記磁心本体と磁心本体収容ケースとを固定する接着部材として、硬化前粘度が $2\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下かつ硬化後硬さ $25\text{ (JIS A)}$ 以下のシリコーンゴムを使用した構成であると、磁心本体と磁心本体収容ケースとを固定する際に生じる応力が小さいので、この応力によるAL値の劣化を抑えて高性能のパルストランス磁心を得ることができる。さらに前記接着部材が、前記磁心本体収容ケースの底面の2～4箇所に塗布されている構成であると、磁心本体と磁心本体収容ケースとを固定する際に、接着部材に起因して発生する応力を抑えつつ、磁心本体と磁心本体収容ケースとを安定して固定することができる。また本発明では、磁心本体収容ケースの外径が $10\text{ mm}$ 以下、内径が $3.5\text{ mm}$ 以上、高さが $1.3\text{ mm}$ 以下とし、 $0.1\text{ V}$ 入力時のAL値が $10\text{ kHz}$ において $6.0\text{ }\mu\text{H}/\text{N}^2$ 以上である構成とすることができ、小型でかつ少ない巻線数で高いインダクタンス値を達成できる優れたパルストランス磁心を提供することができる。

【0039】磁心本体を構成する軟磁性合金が、その組織の50%以上を平均結晶粒径 $30\text{ nm}$ 以下の体心立方構造の微細な結晶粒を主体として構成される軟磁性合金

【図1】



であって、この軟磁性合金が、Feを主成分とし、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、Wからなる群から選ばれた1種または2種以上の元素とBを含んだものである場合、 $0.1\text{ V}$ 入力時のAL値が $10\text{ kHz}$ において $6.0\text{ }\mu\text{H}/\text{N}^2$ 以上であり、少ない巻線数で高いインダクタンス値が得られ、使用温度が $-20\sim+100^\circ\text{C}$ の範囲で変動しても、フェライト製の磁心を有する従来構造のものよりもインダクタンス変動が少ないパルストランス磁心を確実に得ることができる。

【0040】また、適用する軟磁性合金として、 $\text{Fe}_x\text{B}_y\text{M}_z$ 系、 $\text{Fe}_x\text{B}_y\text{M}_z\text{X}_w$ 系、 $\text{Fe}_x\text{B}_y\text{M}_z\text{T}_u$ 系、あるいは、 $\text{Fe}_x\text{B}_y\text{M}_z\text{T}_u\text{X}_w$ 系の組成であって、各添加成分元素を規定の割合で含有させたものの場合、 $0.1\text{ V}$ 入力時のAL値が $10\text{ kHz}$ において $6.0\text{ }\mu\text{H}/\text{N}^2$ 以上であり、少ない巻線数で高いインダクタンスが得られ、使用温度が $-20\sim+100^\circ\text{C}$ の範囲で変動しても、フェライト製の磁心を有する従来構造のものよりもインダクタンス変動が少ないパルストランスを確実に得ることができる。

## 20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るパルストランス磁心の例を示す分解図である。

【図2】図1で用いられている磁心本体収容ケースのA-A線に沿う断面図である。

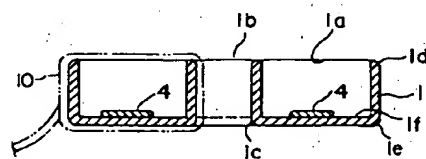
【図3】本発明に係る実施例および比較例におけるAL値の温度変動を試験した結果を示すグラフである。

【図4】先願のパルストランス磁心の例を示す分解図である。

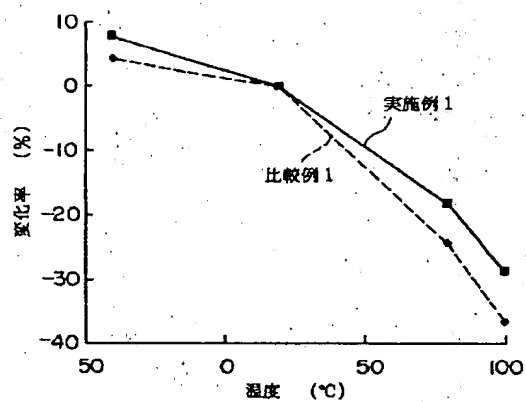
## 【符号の説明】

- 30 1 磁心本体収容ケース
- 1 a 開口部
- 2 軟磁性合金薄帯
- 3 磁心本体
- 4 接着部材

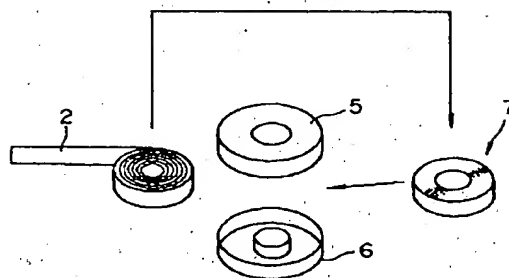
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 牧野 彰宏  
 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ  
 ス電気株式会社内